

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ALINE REIS MÜLLER

CONHECIMENTO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE SISTEMA IMUNE E SAÚDE

ALINE REIS MÜLLER

CONHECIMENTO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE SISTEMA IMUNE E SAÚDE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de Graduação do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial e obrigatório para a obtenção do grau de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. João Henrique Corrêa Kanan

Coorientadora: Prof^a. Dra. Heloisa Junqueira

Porto Alegre
Dezembro 2016

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu pai por tornar a minha graduação em uma universidade federal possível e por todos os seus esforços para que eu passasse por esse período da minha vida de forma tranquila. Agradeço por, na minha infância, ter posto livros na minha estante, sem ao menos pedir para que eu os lesse, mas para me instigar, deixando que eu procurasse em mim mesma o desejo da leitura. Obrigada, pai, por ter estimulado minha curiosidade científica, sempre buscando minha atenção para assistir séries como as de Carl Sagan. Eu tenho certeza que jamais tomaria o rumo da Ciência como profissão se não fosse por você. Sei que foi o seu exemplo, valorizando os estudos e a honestidade, que me moldaram como ser humano.

Agradeço à minha mãe pela dedicação e pelo amor. Obrigada por fazer por mim o que eu deveria ter feito, mas estava cansada demais por conta dos estudos, eu sei que você estava cansada também. Você é a melhor mãe que poderia ser, e eu sou muito grata por isso.

Agradeço ao meu companheiro Augusto, por ter estado firmemente ao meu lado, como um ombro presente às minhas lamúrias universitárias, estando comigo nas minhas vitórias e derrotas. Todo mundo merece um companheiro que desperte o seu melhor, assim como você desperta o melhor de mim.

Ao meu melhor amigo Valmir, que esteve boa parte da minha caminhada estudantil, tanto no Ensino Médio como no Ensino Superior, como companheiro na Biologia e como amigo de vida. Esses anos contigo me engrandeceram e eu sou muito grata por ter tido a oportunidade de caminhar ao seu lado nessa jornada.

À minha prima e melhor amiga Patrícia, que mesmo em caminhos tortuosos, acompanhou comigo não só minha vida acadêmica, mas a minha vida inteira. Todos precisariam ter alguém que lhes dissesse “se você não conseguir ninguém conseguirá”. Você sempre será aquela a quem eu irei recorrer.

Aos meus orientadores, por terem aceitado entrar comigo nessa jornada e me auxiliarem a desenvolver esse trabalho de forma tranquila e produtiva. Agradeço pela atenção e pelo carinho. Agradeço também aos membros da banca por aceitarem o convite, aos professores que contribuíram para o meu crescimento pessoal e a todos que fizeram esse trabalho de conclusão possível.

“Vá até onde puder ver, quando lá chegar poderá ver ainda mais longe.”

Johann Wolfgang von Goethe

CONHECIMENTO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE SISTEMA IMUNE E SAÚDE

High School Students Knowledge about Immune System and Health

Resumo

O sistema imune está relacionado aos eventos de origem molecular e celular que ocorrem quando o organismo entra em contato com moléculas consideradas estranhas. Embora seja um assunto muito importante a ser abordado no final da Educação Básica, o sistema imune muitas vezes não é tratado com a devida relevância. Reconhecendo a importância de compreender as concepções discentes sobre temas escolares, este trabalho objetivou expor uma análise das noções dos estudantes do Ensino Médio a respeito do sistema imune e saúde. Utilizou-se uma abordagem qualitativa para analisar os dados provenientes da realização de um questionário aplicado a setenta e dois alunos de escolas públicas e privadas da cidade de Porto Alegre e região metropolitana do Rio Grande do Sul. Os dados obtidos sugerem que a maioria dos estudantes possui um conhecimento razoável sobre o conceito de imunologia, da função dos anticorpos e das vacinas, assim como da utilização de antibióticos e das interações imunológicas entre outros organismos. No entanto, os alunos não atingiram um bom desempenho em questões relacionadas aos organismos causadores de doenças e em questões associadas à fisiologia do sistema cardiovascular e linfático ou aos órgãos relacionados ao sistema imune.

Palavras-Chave: Sistema Imune; Concepções de alunos; Ensino Médio.

Abstract

The immune system is related to molecular and cellular events that occur when the body comes in contact with foreign molecules. Although it is a very important subject to be addressed at the end of Basic Education, the immune system is not often treated with due relevance. Recognizing the importance of understanding the student conceptions about school subjects, this work aimed to present an analysis of the notions of High School students concerning the immune system and health. A qualitative approach was used to analyze data gathered from a questionnaire applied to seventy-two students from private and estate schools, in the city of Porto Alegre and metropolitan region, Rio Grande do Sul. The data obtained suggests that most of the students have a reasonable knowledge of immunology basic concepts, the role of antibodies and vaccines, and the use of antibiotics and immunological interactions among other organisms. However, students did not perform well on issues related to disease-causing organisms and on issues associated with the physiology of the cardiovascular and lymphatic system or organs related to the immune system.

Keywords: Immune System; Students' Conceptions; High School.

INTRODUÇÃO:

O ensino desenvolvido no ambiente escolar nem sempre tem propiciado a apropriação dos conhecimentos científicos pelos discentes de forma a interpretar, compreender e questionar os mesmos, utilizando-os como instrumento que perpassam situações de ensino e aprendizagem escolares. No caso do ensino da Biologia, muitos estudantes do Ensino Médio possuem dificuldades na construção do pensamento biológico, e retêm concepções alternativas quanto aos conteúdos básicos desta disciplina (Pedrancini *et al.*, 2007). Andrade *et al.* (2015, p.147) afirma que “*no caso específico do tema Imunologia, o distanciamento do conhecimento científico pode configurar-se como fator limitante para compreensão do organismo humano, da saúde, da doença e dos processos de manutenção da vida.*”

Os estudos que visam o levantamento de dados e discussões a respeito das concepções de educandos possuem extrema importância para escolhas e para a estruturação de estratégias de ensino (Andrade *et al.*, 2016), uma vez que geram questões relevantes a serem analisadas e modificadas quanto ao ensino em sala de aula, assim como promovem um parecer da realidade dos conhecimentos discentes. Os estudos de Andrade *et al.* (2015) apontam que é preciso uma ampliação da produção científica, bem como a promoção de mais discussões sobre o ensino e a aprendizagem da Imunologia na Educação Básica no contexto do ensino brasileiro.

Essa pesquisa objetivou identificar as noções discentes relacionadas ao sistema imunológico e saúde, como um intento de que tais informações possam gerar dados de interesse e reflexões sobre o ensino brasileiro relativo a essa temática, visando à construção do conhecimento.

O ATUAL CONTEXTO DO ESTUDO DO SISTEMA IMUNE NAS ESCOLAS

O sistema imune é, de certa forma, pouco explorado nas aulas de Biologia na escola, visto, muitas vezes, como um anexo do sistema cardiovascular e/ou como texto complemento em alguns livros didáticos do Ensino Médio. O sistema linfático é brevemente explicado, suas células e funções podem ser aludidas, mas a discussão sobre temas relativos à atualidade e aprofundamento do tema, assim como as consequências da preservação ou não da saúde muitas vezes são esquecidos (Quintans, 2009).

No trabalho de Massabni (ca.1999) foi possível verificar que conteúdos inerentes ao sistema imunológico encontram-se dispersos no decorrer dos livros didáticos. O fato de estes conteúdos apresentarem-se fragmentados, e somente como complemento de outros assuntos associados a doenças infecciosas, demonstram, segundo a autora, que os mecanismos inerentes ao sistema imune são negligenciados em muitos livros didáticos, sendo necessária, também, uma renovação dos conceitos básicos da área visando uma contribuição real para a aprendizagem dos alunos.

Para Giordan e Vecchi (1996) ter conhecimento não está somente vinculado à retenção temporária de frávolas ou enciclopédicas noções, mas sim ter capacidade de aplicar o que se aprendeu, utilizando-o a fim de resolver um problema ou situação. Segundo Pedrancini *et al.* (2007), é papel da escola abordar temas como Ciência de forma contextualizada e transdisciplinar, propiciando uma educação que possibilite aos cidadãos a apropriação de conhecimento dos quais tenham condições de tomar instruídas e conscientes suas decisões.

A orientação do Ministério da Educação (MEC) nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), segundo Diniz *et al.* (2010, p. 120), “*é de que a saúde seja um eixo transversal ao currículo*”. Como uma forma de nortear a educação brasileira o poder público estabeleceu a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), e posteriormente os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), assim, este último tem por objetivo garantir aos jovens, estejam estes ou não em condições de agravamento socioeconômico, o direito ao conhecimento indispensável ao exercício da cidadania. Os PCNs estão abertos às singularidades da localização e cultura de diferentes regiões do Brasil e não são de carácter obrigatório (Brasil, 2006). Ambos os documentos abordam, de maneira mais ampla, o ensino da saúde como constituinte do ensino nas escolas. Há referências mais abrangentes quanto ao ensino do sistema imune nos Parâmetros Curriculares Nacionais e abordagens mais vagas no texto da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2016, a qual reúne conteúdos e saberes inerentes a cada ano e segmento da Educação Básica. Para Andrade *et al.* (2015) é necessário mais discussões sobre o sistema imunológico nos documentos oficiais que norteiam o ensino da Educação Básica no Brasil, visto que, em seu trabalho, foi observado que essas abordagens não têm sido devidamente contempladas pelos documentos oficiais.

A RELAÇÃO ENTRE O ENSINO DE IMUNOLOGIA E SAÚDE E AS DECISÕES DO INDIVÍDUO COMO CIDADÃO CONSCIENTE

Para Behrens (2003), o fato de que os homens despertaram para a consciência da importância da educação, visto que esta é imprescindível para se viver em plenitude como pessoa e como cidadão na sociedade, é um dos méritos a serem mencionadas do século presente. Com o domínio da sapiência dos saberes científico é dada ao sujeito a possibilidade de ser consciente na tomada de decisões e a oportunidade de exercer sua cidadania através de tal compreensão (Andrade *et al.*, 2015).

Ao se deparar com novos conhecimentos, o aprendiz amplia suas capacidades relativas à exploração crítica da Ciência e informação. No caso específico da promoção de conhecimento do próprio corpo, da interação dos micro-organismos com nosso sistema imunológico e das relações vinculadas à saúde de modo geral, os discentes podem desenvolver uma melhor compreensão da complexidade do mundo em que vivemos e de seus cuidados pessoais. Os conhecimentos adquiridos no Ensino Médio poderão ser de utilidade durante uma vida inteira para pessoas que tomarão decisões importantes relativas à sua família ou a sociedade, poderão ser nossos políticos ou educadores, responsáveis por definir determinações que influenciam outras pessoas. Segundo Araújo-Jorge e Borges (2004), responsáveis por decisões políticas deveras relevantes para a sociedade, os fazem, muitas vezes, a partir de conhecimentos de senso comum, dos quais desviam do ponto de vista científico, prejudicando, desta maneira, a sociedade.

Dessa forma, uma vez que a educação científica é fundamental para a formação do cidadão consciente, fortalecer o ensino da Ciência e da saúde é cada vez mais necessário. Estudos que promovem a reflexão dessa problemática auxiliam a abordagem docente para a alfabetização científica e promoção do despertar de habilidades discentes.

METODOLOGIA:

O presente estudo foi realizado através de um questionário com nove perguntas de formato abertas e fechadas. Participaram da pesquisa 72 alunos provenientes de três escolas da rede estadual e de uma escola da rede privada, município de Porto Alegre e região metropolitana, Rio Grande do Sul. A faixa etária dos educandos participantes compreende o período de 15 a 22 anos.

O questionário proposto aos alunos objetivou investigar as concepções elementares sobre a resposta imune e saúde. As perguntas abordaram a distinção entre o sistema cardiovascular e o sistema linfático, anticorpos, o uso de antibióticos, vacinas, soros e o entendimento sobre determinados grupos de organismos causadores de doenças.

Para esta investigação, optou-se por trabalhar com discentes do final do segundo e terceiro ano do Ensino Médio, pois os conteúdos relacionados ao questionário já foram ensinados previamente. Antes da realização do questionário, e em contato direto com os estudantes, foram apresentadas as instruções para seu preenchimento e sobre a natureza da pesquisa, objetivando, também, instigar a participação dos mesmos.

As respostas dos alunos foram avaliadas de forma qualitativa, metodologia que, segundo Chaer (2011, p.257) em seus apontamentos sobre o livro de Malhotra (2006), é "*não estruturada e exploratória, baseada em pequenas amostras que proporcionam percepções e compreensão do contexto do problema*". Pode-se dizer que objetiva entender os porquês dos fatos e das coisas (Gerhardt & Silveira, 2009). Dentre as vantagens de se utilizar a pesquisa qualitativa, pode-se dizer que esta permite captar as diversas dimensões e complexidade da natureza dos fenômenos em sua manifestação natural (Ticunoff & Ward, 1980 *apud* André, 1983).

Para André (1983), de acordo com sua investigação da literatura, em uma análise de conteúdo faz-se uma redução de um extenso volume de material em um conjunto de categorias e grupos de conteúdo. Sugere-se que as informações contidas nos objetos analisados sejam fragmentadas de acordo com sua ocorrência. Segundo Moraes (1999) o processo de fragmentação, dentro da análise de conteúdo, possibilita que haja perda de parte da informação do material analisado, uma vez que a leitura feita irá caracterizar uma perspectiva do pesquisador. Todavia, de acordo com este autor, tal perda justifica-se devido o aprofundamento do qual a análise possibilita. Dessa forma, as respostas dos discentes nessa pesquisa relacionadas às questões de caráter aberto, onde o aluno deveria explicar sua resposta, foram agrupadas,

a fim de facilitar a visualização dos dados e da própria análise, de acordo com palavras ou aspectos regulares e recorrentes, como o sentido geral do que o educando expressou, juntamente com as palavras que se repetiam em diversas replicações. As respostas que fugiram demasiadamente do contexto da pergunta ou eram incongruentes foram agrupadas na classe *fora do tema/desconexo*.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Análise das respostas do questionário

A seguir, apresenta-se cada pergunta do questionário com as predominantes respostas, ao longo desta seção. O questionário completo situa-se no Apêndice 1.

Questão 1: Defina em uma sentença do que se trata imunologia.

A pergunta número um (Apêndice 1) foi elaborada com o intuito de identificar o que o aluno entende por imunologia e se consegue ir além de um termo memorizado, elaborando uma ideia concisa em uma única frase sobre a sua compressão do assunto.

Tabela 1 – Relação entre as respostas, o número e porcentagem de alunos referente à questão número 1.

Respostas	Número e porcentagem de alunos
Estudo da defesa ou proteção do organismo.	10 (13,9%)
Estudo da defesa ou proteção do corpo humano contra vírus e/ou bactéria.	12 (16,7%)
A parte da biologia que estuda o sistema imunológico/ imunitário/ Estudo da imunidade/ Relativo ao sistema imune.	29 (40,3%)
Defesa realizada por anticorpos.	5 (6,9%)
Capacidade de estar imune a algo/ Imunidade das pessoas/ Imunidade dos seres.	6 (8,3%)
A capacidade de defesa que os glóbulos brancos têm contra corpos estranhos.	1 (1,4%)
Uma ciência que estuda o ato de combater certos organismos.	1 (1,4%)
Fora do tema/ desconexo	2 (2,8%)
Em branco	6 (8,3%)
Total:	72 (100%)

Segundo Abbas *et al.* (2011) a palavra *imunidade* tem sua origem na palavra latina *immunitas* que está relacionada com proteção em frente a demandas judiciais que os senadores de Roma estavam sujeitos durante o seu mandato. Para Murphy *et al.* (2010, p. 1) imunologia “é o estudo das defesas do organismo contra infecção”. A associação de defesa e imunologia remete a própria origem do estudo do sistema imune que remonta o desenvolvimento da vacinação por Jenner (Murphy *et al.*, 2010). Porém, este conceito marcial vem se alterando em uma forma diferente de interpretar esse estudo, mais atrelado às interações moleculares e celulares e a busca pela homeostase do que a conceitos que remetem ao combate e a guerra entre os organismos. Segundo Crepe (2009, p. 3) “*imunologia é o estudo da imunidade, ou seja, os eventos moleculares e celulares que ocorrem quando o organismo entra em contato com micro-organismos ou macromoléculas estranhas presentes no ambiente*”.

Ao analisar as respostas dos discentes, é possível notar a associação do conceito imunologia com uma visão belicista, pois diversos alunos (29 estudantes) associaram imunologia a palavras como *defesa, proteção ou combate contra outros organismos*. A imunologia hoje está apoiada em conceitos relacionados à defesa: como se houvesse um controle inteligente para lidar com o que é estranho para o nosso corpo. Para Vaz e Faria (2003), que contrapõem esta concepção, a atribuição da palavra defesa aplicada ao sistema imune trata-se de uma metáfora. Para estes autores, o indivíduo lida com o que é estranho utilizando mecanismos de automanutenção, não existindo um propósito defensivo em suas moléculas e células. Em contrapartida, as metáforas no âmbito educacional muitas vezes são utilizadas com fins simplificadores e para facilitar o entendimento. Segundo Ferraz e Terrazan (2003),

“o uso de metáforas e analogias no ensino visa facilitar a comunicação entre alunos, professores e/ou autores, além de atuar como estratégia pedagógica para a construção de conhecimentos científicos. Espera-se que o uso da analogia neste processo de construção favoreça o estabelecimento de relações entre um sistema conceitual científico (desconhecido ou pouco conhecido) e um sistema conceitual familiar ao discente. Neste contexto, busca-se tornar o conceito desconhecido compreensível para o sujeito por semelhança” (Ferraz & Terrazan, 2003 *apud* Andrade *et al.*, 2016 p.10).

Segundo Vaz e Faria (1993), as interações entre estruturas celulares e moleculares que ocorrem em nosso corpo acabam trazendo a percepção de que este elimina, através de uma batalha, tudo que é exógeno. O propósito não é a defesa, mas sim a homeostase (Siqueira-Batista *et al.*, 2009), embora a defesa esteja atribuída como consequência. Essa visão que grande parte dos alunos analisados possui pode estar relacionada a uma ampla aceitação dessa concepção metaforizada, que é utilizada vastamente por docentes e pesquisadores, ou pode estar ligada também a não familiarização dos alunos com conceitos de interação molecular. Livros didáticos de imunologia carregam essa concepção bélica do sistema imunológico (Siqueira-Batista *et al.*, 2009). Se os docentes trazem essa percepção seja pela sua formação como educador, seja por que os livros didáticos o trazem assim, provavelmente transmitam para seus alunos uma interpretação similar.

Foi apontado por 16,7% dos alunos que a imunologia trata-se da defesa do *corpo humano*, levando a ideia subjacente de que outros organismos não fazem parte do estudo do sistema imune, ou simplesmente esquecendo a sua participação. Muitos estudantes citaram que a imunologia refere-se à defesa do corpo humano *contra vírus ou bactérias* ou ambos, não considerando outros fatores ou micro-organismos causadores de doença. Isso pode ser explicado, possivelmente, por vírus e bactérias serem mais explorados tanto na mídia quanto na escola como causadores de enfermidades.

Dos discentes participantes, 40,3% relacionaram o conceito de imunologia como uma *parte da biologia que estuda o sistema imune* ou que de alguma forma está relacionado ao sistema imunitário. Embora o sistema imune não receba uma atenção considerável nos livros didáticos (Quintans, 2009), podemos perceber que os alunos foram capazes de elaborar uma resposta condizente em relação ao que se trata a imunologia. Já 8,3% dos alunos replicaram que imunologia estava relacionada à *capacidade de estar imune a algo*, ou seja, apesar de terem associado uma correta relação, não consideraram a própria origem da palavra *imunologia*, onde “*logia*” refere-se a estudo, não expressando na resposta uma relação com o estudo do sistema imune.

Seis por cento dos alunos (6,9%) responderam que a imunologia tratava-se da *defesa realizada pelos anticorpos*. Embora a imunologia esteja fortemente ligada ao estudo das interações entre anticorpos e antígenos, é provável que esses alunos tenham feito uma associação de que o sistema imune esteja atrelado somente aos anticorpos. Essa possibilidade pode ser levantada considerando que muitos livros didáticos, segundo Massabni (1999), priorizam a atuação dos anticorpos ao abordar o tema imunologia. Outra possível hipótese seja de que os docentes discorram mais sobre anticorpos ao trabalhar o sistema imunológico em sala de aula.

A maioria dos alunos participantes respondeu sobre o que se trata a imunologia elaborando um pensamento conciso sobre o tema, associando ao estudo de uma parte da ciência e ao sistema imunológico do organismo, fazendo conexões sobre defesa, ataque ou componentes do sistema imune, enquanto uma pequena parte deixou a questão em branco (8,3%) ou respondeu fora do tema/ desconexo (2,8%).

Questão 2: Você acha que todos os organismos (insetos, plantas, fungos, bactérias, entre outros) possuem algum tipo de defesa contra infecções? Por que você acha isso?

A questão número dois (Apêndice 1) foi elaborada para perceber a visão dos estudantes quanto às interações entre os organismos. Buscou-se, através da questão, entender se os mesmos acreditam que outros seres vivos, além dos seres humanos, possam ter o que eles consideram como defesa contra infecções. Não se usou a palavra *sistema imunológico*, pois nem todos os seres vivos possuem o que poderíamos chamar de *sistema*, mas possuem mecanismos que interagem com outros organismos implicando em defesa. Portanto, o que se procurou foi descobrir se o discente era capaz de entender essas inter-relações.

Tabela 2: Relação entre as respostas, número e porcentagem de alunos referente à questão número 2 (Apêndice 1).

Respostas	Explicação da resposta	Número e porcentagem de alunos
Sim (54 alunos)	Todos os organismos possuem mecanismo de defesa/ proteção.	12 (16,7%)
	Se não possuíssem um sistema de defesa não seriam capazes de sobreviver.	3 (4,2%)
	Todos os seres tentam permanecer vivos.	2 (2,8%)
	Não explicaram	35 (48,6%)
	Fora do tema/ desconexo	2 (2,8%)
Não (15 alunos)	Nem todos os organismos possuem sistema imunológico.	3 (4,2%)
	Alguns organismos não são propícios a infecção.	5 (6,9%)
	Plantas não precisam se defender contra infecções.	1 (1,4%)
	Organismos unicelulares não devem ter mecanismos de defesa.	1 (1,4%)
	Não explicaram	3 (4,2%)
	Fora do tema/ desconexo	2 (2,8%)
Não responderam à pergunta		3 (4,2%)
Total		72 (100%)

A primeira parte da questão dois foi elaborada de forma fechada, pois o aluno deveria marcar a opção *sim* ou *não*. Cinquenta e quatro alunos marcaram a resposta *sim*, acreditando que todos os organismos possuem algum tipo de defesa, enquanto quinze alunos marcaram a resposta *não*. Esse resultado mostra que a maioria dos alunos que realizaram a pesquisa compreende que todos os organismos interagem entre si e buscam seu equilíbrio, nessa hipótese, entendem que todos os seres vivos enfrentam adversidades e desenvolvem meios de tentar contorná-las.

Na segunda parte da questão dois (Apêndice 1) o aluno deveria escrever por que achava, ou não, que todos os organismos tinham algum tipo de defesa. Do total de estudantes da pesquisa, 16,7% dos mesmos responderam que todos os organismos possuem algum tipo de defesa ou proteção, transcrevendo, na realidade, a própria pergunta e não respondendo por que presumiram a afirmação, já 4,2% replicaram

que sem uma forma de defesa os organismos não seriam capazes de sobreviver, e 2,8% afirmaram que todos os seres possuem alguma defesa, pois tendem a permanecer vivos. Tais dados apontam que estes alunos possuem uma concepção razoável sobre o assunto, conseguindo expor uma argumentação coerente para justificar sua resposta.

Seis por cento (6,9%) dos estudantes afirmaram que alguns organismos não são propensos à infecção e 4,2% responderam que nem todos os organismos possuem sistema imunológico e, por tanto, não teriam defesas. Ao analisarmos esse resultado, é possível observar a falta da concepção de interação entre os organismos na perspectiva do educando. Os discentes podem ter interpretado que a grande parte dos micro-organismos somente nos faz mal, mas não interagem com outros organismos, implicando em uma defesa. Segundo Murphy *et al.* (2010), as bactérias, por exemplo, possuem mecanismos que resultam em sua proteção, como plasmídeos, enzimas de restrição, e secreção de peptídeos antimicrobianos, assim como outros micro-organismos possuem outros meios de buscar seu equilíbrio. Outra suposição é de que os alunos conjecturam que vegetais, não sendo animais, não precisariam de meios para atingir sua estabilidade frente a patógenos. Um estudante expressou erroneamente em sua resposta que *as plantas não precisam se defender contra infecções*. Quanto à imunidade das plantas, sabemos que estas não são capazes de se movimentar a fim de escapar das adversidades, entretanto, elas possuem mecanismos de defesa (Dangl & Jones, 2001). De acordo com Menezes (2009, p. 195) “(...) *embora desprovidas de moléculas de imunoglobulina, células circulantes e processo de fagocitose, as plantas utilizam com sucesso várias defesas físicas e químicas pré-formadas*”. Esse ponto de vista provindo do educando hipoteticamente deriva da ausência de compreensão sobre mecanismos imunes similares que atuam em uma vasta gama de seres vivos. Porventura, certos conceitos não necessitam ser discutidos em sala de aula, devido, inclusive, ao pouco tempo que o educador usufrui para abordar determinados assuntos. É uma escolha delicada entre qual tema é relevante ou não para esse período da aprendizagem (Ensino Médio). Entretanto, entender que existem inter-relações entre organismos pode ser importante para a visão geral de como o mundo funciona, e a minuciosa relação que existe entre os seres vivos que nos cercam. Se o aluno não entende essas poderosas e fundamentais interações, pode não ser capaz de julgar quando deprecia e quando causa desequilíbrio na natureza. Ao alterar de forma significativa um ambiente, um ser vivo pode ficar a mercê de patógenos, e afetar de forma determinante uma comunidade. Tal fato não pode ser compreendido pelo aluno se este não tem ciência de que determinados organismos estão sujeitos a infecções.

Trinta e oito discentes, embora tenham respondido *sim* ou *não* no início da questão, deixaram em branco a parte em que o aluno deveria explicar sua resposta, mostrando que apesar de terem uma concepção a respeito do assunto, não se sentiram seguros para fundamentar sua decisão e esclarecer o seu pensamento. Já três alunos deixaram a questão totalmente em branco e quatro deram respostas muito distantes do proposto, classificados na categoria *Fora do tema/ desconexo*.

Questão 3: Abaixo, complete com **V as frases verdadeiras e com **F** as falsas.**

A questão número três (Apêndice 1) teve a intenção de explorar assuntos relativos a saúde, como entender se o aluno compreende que o uso de antibiótico não está associado a infecções virais, mas no caso abordado aqui, em infecções bacterianas. Objetivou, também, identificar se o estudante consegue vincular a dieta com a resposta do corpo frente a doenças. Por último, analisar a visão dos educandos quanto à compreensão de autoimunidade. As alternativas da questão três também se encontram na tabela 3, juntamente com as respostas dos alunos.

O nosso corpo é colonizado por uma gama diversa de micro-organismos, tais como bactérias e leveduras, que são de fundamental importância para o nosso equilíbrio, pois além da síntese de substâncias benéficas a nós, ainda interagem com outros micróbios a fim de garantir seu espaço, dificultando o estabelecimento de micro-organismos que nos trariam malefícios. Esses organismos estão presentes em locais como boca, estômago, trato genital e respiratório, olhos e principalmente no trato gastrointestinal. Provavelmente, há cerca de dez vezes mais micróbios em nossos corpos do que nossas próprias células (Antunes, 2014). No momento em que consumimos fármacos como antibióticos, estamos não só prejudicando bactérias patogênicas, mas também afetando os próprios micro-organismos presente em nosso corpo que contribuem para o nosso equilíbrio. Ao utilizar-se de antibióticos para fins medicinais, quando a causa da enfermidade é uma infecção viral, o indivíduo não terá uma melhora e pode ter perda da sua microbiota benéfica ou a promoção de resistência a antimicrobianos das bactérias do seu corpo. Para Arrais *et al.* (1997), no Brasil é possível observar uma alta taxa do emprego de antibióticos para tratar viroses respiratórias e tosse. Segundo Campos *et al.* (1985), citado em Arrais *et al.* (1997), a ação de

automedicar-se está intrinsecamente associada ao grau de informação e instrução do indivíduo sobre medicamentos.

Tabela 3: Relação entre as afirmativas da questão número 3 (Apêndice 1) e as respostas dos discentes, em número e porcentagem de alunos.

Afirmativas	Respostas			
	Marcaram verdadeiro	Marcaram falso	Em branco	Total
Antibióticos são substâncias capazes de combater infecções como as ocasionadas por vírus.	26 (36,1%)	45 (62,5%)	1 (1,4%)	72 (100%)
Os antibióticos são substâncias capazes de combater infecções ocasionadas por micro-organismos como bactérias.	59 (81,9%)	12 (16,7%)	1 (1,4%)	72 (100%)
Seres humanos são capazes de produzir em seus organismos antibióticos naturais.	43 (59,7%)	28 (38,9%)	1 (1,4%)	72 (100%)
O tipo de alimentação de uma pessoa pode interferir em seu sistema imune.	62 (86,1%)	9 (12,5%)	1 (1,4%)	72 (100%)
Às vezes o sistema imune ataca uma parte do próprio corpo e isto se chama autoimunidade.	42 (58,3%)	27 (37,5%)	3 (4,2%)	72 (100%)

Analisando as respostas sobre as duas primeiras afirmativas da tabela 3, vemos que por volta de um terço dos alunos (36,1%) marcaram como verdadeiro a afirmativa da qual declarava que o *antibiótico é capaz de combater infecções ocasionadas por vírus* e 81,9% dos discentes marcaram como verdadeiro que o *antibiótico é capaz de combater infecções causadas por bactérias*, levando a possível conclusão de que embora a grande maioria dos alunos saiba que antibióticos são capazes de afetar bactérias, uma grande porcentagem acredita que essa substância pode prejudicar também os vírus, ou apenas vírus. Levando em consideração as consequências da utilização de um antimicrobiano quando não vinculado ao correto tipo de infecção, trata-se de fundamental importância que esses assuntos façam parte da sala de aula, aproximando o ensino de Ciências e Biologia de profícuas informações que se relacionam com o dia-a-dia dos alunos, auxiliando-os a tomar sensatas decisões quanto a sua própria saúde, como a de consultar um especialista a fim de descobrir a origem de tal enfermidade, não se automedicando de maneira errônea.

Além do tema abordado acima, antibióticos não apenas estão associados a fármacos. Considerando que 59,7% dos participantes apontaram que *os seres humanos são capazes de produzir antibióticos naturais*, a interpretação de que antibiótico esteja atrelado apenas a medicamentos pelos estudantes não se confirmou para a maioria dos constituintes da pesquisa, no entanto, uma grande parte dos alunos (38,9%) não possui essa acepção. Para Guimarães *et al.* (2010, p.667) os antibióticos são *“compostos naturais ou sintéticos capazes de inibir o crescimento ou causar a morte de fungos ou bactérias”*. O ser humano produz substâncias que são capazes de prejudicar micro-organismos, um exemplo é a lisozima, enzima presente na lágrima, saliva, leite materno, entre outros que pode destruir a parede celular de bactérias, e nessa concepção estaria vinculada ao que chamamos de *antibiótico natural*.

Oitenta e seis por cento (86,1%) dos educandos marcaram como verdadeiro a afirmativa de que *o tipo de alimentação de uma pessoa pode influenciar no seu sistema imune*, mostrando que a ampla maioria dos alunos entende que existe uma relação forte entre o que ingerimos e a fisiologia corporal.

“Vendo o meio como o âmbito que torna o organismo possível, a alimentação – a ingestão de alimentos – passa a ter uma grande influência na atividade imunológica deste, como a forma mais importante e cotidiana de contato com proteínas e, portanto, de interferências do ambiente do organismo sobre a atividade imunológica. Ao alimentar-se, o organismo contata uma enorme

variedade de macro moléculas sintetizadas por outros organismos.” (Vaz, 1999 p. 174)

Através da ciência de que a alimentação pode promover benefícios ou não para a saúde, o discente, com conhecimento – com discernimento – do funcionamento do seu próprio corpo, tem propriedade para escolher ter ou não um hábito de vida mais saudável. Este também deve ser o papel das escolas, como coadjuvante do crescimento intelectual e senso do indivíduo, possibilitar, através de sua estrutura, dos seus debates, da sua abordagem, que seus alunos se tornem capazes de entender as relações entre o meio e sua própria fisiologia.

A fim de saber se os alunos entendem o conceito de autoimunidade, a última afirmativa da questão trazia a autoimunidade como a situação que ocorre quando *o sistema imune ataca uma parte do próprio corpo*. Cinquenta e oito por cento (58,3%) dos estudantes marcaram essa afirmação como verdadeira. Segundo Abbas *et al.* (2011) a tolerância a antígenos próprios é a propriedade fundamental do sistema imune normal, se houver algum problema com essa autotolerância, ocorrerá reação imune a antígenos do próprio corpo, podendo ser chamado de autoimunidade. Tal reação pode causar doenças, chamadas de autoimunes. Ainda que a maioria dos discentes tenham sido capaz de associar corretamente o conceito de autoimunidade, uma gama de estudantes marcou essa alternativa como falsa (37,5%) e 4,2% deixaram em branco. A palavra *autoimune* é sugestiva, pois *auto*, derivado do grego, significa relativo a si mesmo ou próprio; o aluno poderia ter interpretado autoimunidade como imunidade própria e não imunidade contra o próprio, não marcando a afirmativa como verdadeiro.

Questão 4: Marque as alternativas que achar correta relativo às moléculas de anticorpos. (Pode marcar mais de uma opção).

A questão número quatro é referente a anticorpos e sua atuação, sua estrutura e peculiaridades. Pretendeu-se identificar se os discentes possuem algumas noções elementares quanto a essa molécula tão importante na resposta humoral dos organismos.

Tabela 4: Relação entre as alternativas da questão número 4 (Apêndice 1) e as respostas dos estudantes, em número e porcentagem de alunos.

Alternativas	Respostas		
	Marcaram a alternativa	Não marcaram a alternativa	Total
Os anticorpos são moléculas ligadas à eliminação das substâncias estranhas ao organismo.	51 (70,8%)	21 (29,2%)	72 (100%)
Anticorpos são o único meio de defesa contra micro-organismos produzidos pelo ser humano.	25 (34,8%)	47 (65,2%)	72 (100%)
Os anticorpos estão presentes no sangue de todos os vertebrados.	39 (54,2%)	33 (45,8%)	72 (100%)
Os anticorpos são proteínas com uma estrutura em formato de Y.	13 (18,1%)	59 (81,9)	72 (100%)
Um mesmo anticorpo é capaz de combater um número muito grande de micro-organismos distintos.	26 (36,2%)	46 (63,8%)	72 (100%)

A primeira afirmação da questão número quatro buscou identificar se o estudante compreendia a função primordial de um anticorpo, podendo ser evidenciado por 70,8% dos alunos terem marcado corretamente que *os anticorpos são moléculas ligadas à eliminação das substâncias estranhas ao organismo*. Do total de estudantes, 29% não relacionaram anticorpos com a sua função, levando a hipótese de que possuem uma visão distorcida do que são anticorpos. Para Crepe (2009), anticorpos são proteínas solúveis que se encontram no plasma, neutralizam micro-organismos e colaboram para a destruição dos mesmos.

Sessenta e cinco por cento (65,2%) interpretou como falsa a afirmativa de que os *anticorpos sejam o único meio de defesa contra micro-organismos produzidos pelo ser humano*. Ainda que, hipoteticamente, possam não ter um abrangente conhecimento dos diferentes mecanismos de imunidade, a maioria destes estudantes identifica o sistema imune humano como um conjunto de interações mais complexas do que apenas a atuação de anticorpos.

Para Campbell *et al.* (2010, p. 931) “*as respostas imunes em animais podem ser divididas em imunidade inata e imunidade adquirida*”. A imunidade inata não possibilita uma imunidade prolongada e não é específica para um único patógeno. Já a imunidade adaptativa (adquirida) pode não só eliminar o patógeno, mas permitir meios de que a resposta do organismo seja mais eficaz durante uma reinfecção (Murphy *et al.*, 2010). A imunidade humoral relacionada à síntese e atuação dos anticorpos faz parte da imunidade adaptativa, e é apenas uma das formas que o organismo se relaciona com um micro-organismo patogênico resultando em defesa.

A imunidade inata é encontrada em todos os animais, já a imunidade adquirida é somente encontrada nos vertebrados (Campbell *et al.* 2010), embora novas descobertas reconheçam que outros organismos, não vertebrados, possuem formas para diversificar os receptores de reconhecimento de patógenos, gerando um sistema imune similar ao adaptativo (Murphy *et al.*, 2010). A terceira afirmação da questão quatro, a qual declara que *os anticorpos estão presentes no sangue de todos os vertebrados*, está intimamente ligada a esse conceito, pois subentende que a memória imunológica, amparada por células secretoras de imunoglobulina (anticorpos), é encontrada não apenas no ser humano, mas em outros animais. Ter ciência disso implica em saber que nós, seres humanos, fazemos parte de uma cadeia evolutiva, e que, portanto, componentes fisiológicos estão associados a essa evolução. O aluno que associa tais eventos pode ter uma melhor compreensão da interação temporal entre os organismos. Apenas 54% dos discentes marcaram corretamente que os anticorpos estão presentes em todos os vertebrados. Isso significa que quase a metade dos estudantes possui limitado conhecimento sobre o sistema imune de outros animais, evidenciando a força da concepção antropocêntrica presente no ensino, da qual contribui para uma falta de visão interativa de todos os seres vivos.

Somente 18% dos estudantes interpretaram como correta a alternativa que afirmava que os *anticorpos são proteínas com uma estrutura em formato de Y*. Saber a estrutura do anticorpo é um conhecimento mais profundo, possivelmente, como os dados nos mostram, não é abordado com frequência nas escolas. No entanto, saber a estrutura espacial de algo nos oferece uma base visual mental para compreender os processos atribuídos a tal elemento. De acordo com Fonseca e Trindade (2011) a competência visuo-espacial faz parte de uma operação cognitiva para o alcance do êxito em Ciências e é importante que possa ser desenvolvida entre os alunos. Pode ser difícil para um estudante imaginar as atribuições de um anticorpo quando não há em sua mente uma forma dimensional para conferir ao mesmo. A própria conformação da molécula caracteriza uma condição elementar do anticorpo, que é sua especificidade.

“Os anticorpos são moléculas em forma de Y cujos braços formam dois sítios idênticos de ligação antigênica. Esses são altamente variáveis de uma molécula para outra, fornecendo a diversidade necessária ao reconhecimento do antígeno específico (Murphy et al., 2010 p.28).”

A última afirmativa da questão número quatro alega que *um mesmo anticorpo é capaz de combater um número muito grande de micro-organismos distintos*. Aproximadamente 36% dos alunos marcaram essa alternativa como correta, sugerindo que estes alunos não entendem a peculiar capacidade do anticorpo de ser específico para determinado patógeno. A produção de anticorpos está relacionada a eventos posteriores à infecção, produzidos especificamente para o patógeno infectante, refletindo infecções às quais o indivíduo foi exposto (Janeway *et al.*, 2002). Uma complexa e eficaz resposta do corpo dos animais vertebrados quando sujeito a uma infecção está relacionada à característica de especificidade dos braços do anticorpo e células do tipo B, possibilitando que ao ser exposto a um agente patogênico do qual o organismo já entrou em contato anteriormente, possa responder com muito mais eficiência.

Questão 5: Vacinas e soros terapêuticos estão relacionados à proteção do corpo contra agentes infecciosos ou toxinas causadoras de doenças. Quanto ao soro e à vacina, marque as opções que achar correta (pode marcar mais de uma opção).

A proposta da questão número cinco foi identificar o entendimento dos alunos em relação à imunização ativa e passiva; diferenciar a atuação do soro terapêutico e da vacina e compreender aspectos da vacinação e sua importância.

Tabela 5: Relação entre as alternativas da questão número 5 (Apêndice 1) e as respostas dos estudantes, em número e porcentagem de alunos.

Alternativas	Respostas		
	Marcaram a alternativa	Não marcaram a alternativa	Total
É muito importante para a saúde da população a vacinação, pois ao se vacinar o indivíduo poderá evitar ter certas doenças.	62 (86,2%)	10 (13,8%)	72 (100%)
A função da vacina é induzir o corpo a produzir anticorpos contra determinado invasor. Já a função do soro terapêutico é ter efeito curativo e passivo, uma vez que o organismo recebe os anticorpos já prontos.	44 (61,1%)	28 (38,9%)	72 (100%)
A função da vacina é induzir no corpo uma resposta do sistema imune. Enquanto a função do soro terapêutico é hidratar o indivíduo para que este possa vir a se curar de determinada doença.	31(43,1%)	41(56,9%)	72 (100%)
Para todos os tipos de vacina é necessária apenas <i>uma dose</i> de aplicação, sem a necessidade de uma dose suplementar após algum tempo como reforço.	5 (6,9%)	67 (93,1%)	72 (100%)
Vacinas e soros terapêuticos têm como principal função a <i>prevenção</i> de doenças na população.	31(43,1%)	41(56,9%)	72 (100%)

Ao se vacinar, o indivíduo colabora para um processo em que o seu corpo produzirá uma memória imunológica, a qual contribuirá para uma resposta eficiente em um próximo contato com o antígeno previamente exposto na vacinação, auxiliando na prevenção de enfermidades. Sessenta e dois (86,2%) discentes marcaram como correta a primeira alternativa da questão cinco (Apêndice 1) que afirma que *é muito importante para a saúde da população a vacinação, pois ao se vacinar o indivíduo poderá evitar ter certas doenças*, conforme mostra a tabela cinco, que relaciona as alternativas da questão (Apêndice 1) com as respostas discentes. Ainda que, porventura, os educandos possam não entender todas essas complexas relações dos processos fisiológicos corporais frente a uma vacina, como o conceito de memória imunológica ou de antígeno, foi possível identificar que a ampla parte dos alunos consegue associar evitar contrair doenças com a vacinação.

Na segunda afirmativa, 61,1% dos estudantes assinalaram corretamente que *a função da vacina é induzir o corpo a produzir anticorpos contra determinado invasor. Já a função do soro terapêutico é ter efeito curativo e passivo, uma vez que o organismo recebe os anticorpos já prontos*. Foram utilizadas as palavras *soro terapêutico* ao invés de apenas a palavra *soro*, pois embora a terminologia *terapêutico* não seja convencional, foi uma tentativa de diferenciação, pois soro terapêutico refere-se ao tipo de soro utilizado para imunização passiva, e unicamente soro pode também remeter à utilização de componentes para reidratação corporal. Os alunos, ao analisarem essa segunda afirmativa, juntamente com a terceira alternativa abaixo desta (Apêndice 1) a qual expressava que *a função da vacina é induzir no corpo uma resposta do sistema imune, enquanto a função do soro terapêutico é hidratar o indivíduo para que este possa vir a se curar de determinada doença*, deveriam ser capazes de diferenciar a ação da vacina com a ação do soro terapêutico. Quarenta e três por cento dos alunos marcaram esta afirmação acreditando estar correta, evidenciando certa confusão sobre a função do soro terapêutico, visto que a atribuição do soro terapêutico não é curar determinadas doenças através da hidratação, mas através de anticorpos.

A vacina é um tipo de imunização ativa, enquanto o soro terapêutico, muito utilizado contra toxinas de origem microbiana ou animal que podem levar ao dano tecidual ou morte, é um tipo de imunização passiva.

“A imunização passiva é obtida pela transferência ao indivíduo de anticorpos produzidos por um animal ou outro homem. Esse tipo de imunidade produz uma rápida e eficiente proteção (...). A imunidade ativa é (...) subdividida em natural ou artificial, sendo a natural adquirida a partir do contato com um patógeno e a artificial pela vacinação. A vacina gera uma memória imunológica, a qual é traduzida por uma proteção de longa duração (Crepe, 2009 p.4).”

Portanto, a diferença elementar que o estudante deveria distinguir é que a vacina está ligada a produção de anticorpos realizada pelo próprio indivíduo, enquanto o soro terapêutico está relacionado à administração de anticorpos já prontos. Pela análise das respostas, embora a maior parte dos alunos tenha feito a distinção certa, percebemos que um número expressivo de alunos não assinalou corretamente e não consegue diferenciar esses tipos de imunidades, possivelmente confundindo soro terapêutico com soro que possui função hidroeletrólítica.

Sessenta e sete discentes (93,1%) não marcaram que *para todos os tipos de vacina é necessária apenas uma dose de aplicação, sem a necessidade de uma dose suplementar após algum tempo como reforço*. Ou seja, ampla parte dos alunos possui ciência de que, para algumas vacinas, é necessária mais de uma dose de aplicação como complementação para que a imunização seja eficiente. Ter estes conhecimentos relativos à saúde é fundamental para que o indivíduo possa participar das campanhas de vacinação corretamente, e que esta seja efetiva.

Quanto a última afirmação da questão cinco (apêndice 1) – *vacinas e soros terapêuticos têm como principal função a prevenção de doenças na população* – trinta e um estudantes a marcaram como correta (43,1%), demonstrando que uma grande parte dos alunos, ainda que não a maioria, não compreendem a função primordial entre vacinas e soros terapêuticos. Nessa parte da questão, a palavra *prevenção* foi utilizada a fim de chegar à principal diferença entre ambos os tipos de imunidade, pois através da vacina podemos prevenir enfermidades, e através do soro terapêutico somente podemos tratá-las.

Questão 6: Marque abaixo a opção que você achar correta em relação ao tamanho dos organismos a seguir (< significa menor que; > significa maior que).

A questão de número seis está associada à dimensão de organismos e micro-organismos que podem estar vinculados a patogenias. O aluno deveria ser capaz de diferenciar tais tamanhos, demonstrando compreensão de suas proporções.

Tabela 6: Perfil das respostas dos alunos, em número e porcentagem de alunos, quanto ao tamanho dos organismos apresentados na questão número 6 (Apêndice 1).

Respostas	Número e porcentagem de alunos
bactéria < vírus < ameba < tênia	14 (19,5%)
vírus < bactéria < ameba < tênia	27 (37,5%)
lombriga > bactéria > ameba > vírus	8 (11,1%)
ameba > tênia > bactéria > vírus	14 (19,5%)
bactéria > ameba > vírus > lombriga	4 (5,5%)
Em branco	5 (6,9%)
Total	72 (100%)

Menos da metade dos estudantes da pesquisa possui um entendimento correto referente às proporções de tamanho relacionadas aos micro-organismos e organismos apresentados na questão, evidenciado pelo resultado de que apenas 37,5% dos mesmos marcaram a única opção correta – *vírus < bactéria < ameba < tênia* – e o restante, 55,6%, assinalaram as demais alternativas, enquanto 6,9% deixaram a questão em branco. Tais dados apontam para uma grande falha no estudo da Microbiologia e o estudo dos demais organismos no Ensino Médio, pois muitos alunos podem não estar tendo uma compreensão real do que estão estudando. Quando os discentes afirmam, por exemplo, que um organismo como a ameba pode ser maior que outro como a tênia, faz levantar a hipótese de que os mesmos não estão vinculando a forma destes seres com as suas reais dimensões de tamanho. Uma conjectura é de que os livros didáticos, por trazerem ilustrações de diversos tamanhos, possam não passar a noção de proporcionalidade. Aulas práticas que trouxessem amostras reais de determinados organismos poderia ser uma alternativa para essa distorção.

Quanto ao ensino de Microbiologia nas escolas, Antunes *et al.* (2012, p.2) afirmam que a abordagem acaba acontecendo de maneira conceitual:

“(...) Em muitas escolas públicas, a carência de materiais e equipamentos, como microscópios, dificultam a realização de aulas práticas para a visualização dos microrganismos. Dessa forma, o ensino de Microbiologia nas escolas acontece de maneira apenas conceitual, e muitas ideias e dúvidas surgem na mente dos alunos, acabando por várias vezes sendo mal interpretadas ou se tornando abstratas para eles.”

O uso de aulas práticas é de extrema relevância para o ensino de Ciências, pois motiva a aprendizagem e leva ao desenvolvimento de habilidades, ajudando a fixação dos conteúdos (Krasilchik, 2000). O aluno que tem a oportunidade de ver ao microscópio tanto a aparência real de micro-organismos como bactérias e protozoários, quanto à de uma célula humana e pode compará-los quanto a sua proporção, assim como tem a chance de visualizar em aulas práticas o aspecto real de um helminto, tem um enriquecimento da sua aprendizagem, e pode, mais facilmente, entender as dimensões entre os organismos, melhorando a compreensão de como os mesmos interagem com o nosso corpo ou entre si e como são capazes de nos causar determinadas patologias. A ciência, por exemplo, de que um vírus tem ínfimo tamanho a ponto de não ser possível sua visualização em microscopia óptica pode auxiliar a entender que o mesmo é capaz de ser um parasita obrigatório, infectando o interior de uma célula.

Para tais feitos, é necessário investimento em educação, a fim de que os indivíduos ultrapassem a aprendizagem de Ciências apenas vinculada ao livro didático e à teoria, pois a visualização e a interação geram aprendizagem. Para Fonseca e Trindade (2011, p.9) *“tal como um ambiente verbalmente rico contribui para melhorar a capacidade linguística, um ambiente visualmente rico ajudará na aquisição de capacidades visuo-espaciais”*. Segundo os PCNs o ensino de Biologia deve estar associado ao desenvolvimento de determinadas competências, possibilitando ao aluno lidar com as informações e entendê-las ou refutá-las, entender o mundo e agir com autonomia, utilizando os conhecimentos advindos da Biologia.

Questão 7 - Ao ficar doente e procurar um médico, o paciente é informado que deve tomar antibióticos por determinado período. Você acha que se o paciente, ao se sentir melhor logo no início do tratamento, não tomar a medicação até a data prevista, poderá vir a ter prejuízo a sua saúde? Por quê?

O uso indevido de antibióticos é um problema recorrente dentro da saúde e tem sua origem na falta de informação da população sobre o medicamento e suas ações contra os micro-organismos que são afetados pelo mesmo. A questão número sete trouxe um evento que poderia ter ocorrido com o discente, ou com alguém conhecido, instigando-o a pensar sobre o tema e a trazer seus conhecimentos referentes à descontinuidade de um fármaco como o antibiótico.

A ampla maioria dos estudantes (79,1%) replicou que, ao descontinuar o tratamento com antibiótico, o indivíduo pode vir a ter prejuízos à saúde, mas as justificativas para tal possível dano foram diversas. Do total de alunos participantes, 15,3% deixaram a questão em branco e 2,8% responderam de forma distante do enunciado e de maneira desconexa.

Quatro alunos (5,5%) mostraram real compreensão das motivações pelas quais não se deve descontinuar o tratamento com antibióticos, pois suas respostas aproximavam-se da afirmação de que *ao tratar-se de maneira incompleta, nem todas as bactérias poderiam ter morrido e as sobreviventes estariam mais fortes*, assim como outros três estudantes (4,2%) afirmaram que *não foram eliminadas todas as*

bactérias. Ainda que possam não ter um entendimento dos processos que levam à resistência bacteriana, tais estudantes mostraram ter conhecimento dessa realidade e de que estariam aptos a decidir quanto ao devido uso do fármaco. Outros educandos também responderam corretamente, embora não de forma completa, como os dezessete alunos (23,6%) que apontaram que *a doença/o problema/ pode piorar/se agravar* e os 30,5% que replicaram que *o paciente não estará totalmente curado/ estará ainda vulnerável*. Estas últimas explicações aproximam-se da questão do problema, mas demonstram que, provavelmente, os educandos ainda não possuem conhecimento de que a relação entre a persistência ou volta da enfermidade está associado à sobrevivência de um grupo de bactérias e à resistência bacteriana.

Tabela 7: Relação entre as respostas, número e porcentagem de alunos referente à questão número 7 (Apêndice 1).

Respostas		Número e porcentagem de alunos
Acreditam que a descontinuidade do tratamento possa causar prejuízo à saúde (79,1%)	Justificativa	
	Com o tratamento incompleto, nem todas as bactérias morrerão e as sobreviventes estarão mais fortes.	4 (5,5%)
	O vírus pode não estar totalmente eliminado/o vírus poderá voltar.	8 (11,1%)
	Não foram eliminadas todas as bactérias.	3 (4,2%)
	A doença/o problema/ pode piorar/se agravar.	17 (23,6%)
	O paciente não estará totalmente curado/ estará ainda vulnerável.	22 (30,5%)
	O corpo ainda não produziu anticorpo/irá parar de produzir anticorpo.	2 (2,8%)
	Pode ocasionar modificações no sistema imunológico	1 (1,4%)
Não acreditam que a descontinuidade do tratamento possa causar prejuízos à saúde (2,8%)	Caso os sintomas tenham acabado, o indivíduo já estará curado.	1 (1,4%)
	Só traria prejuízo se fosse algo mais ofensivo.	1 (1,4%)
Fora do tema/ desconexo		2 (2,8%)
Em branco		11 (15,3%)
Total		72 (100%)

Ainda que diversos fatores possam ter influência sobre a insensibilidade bacteriana a um antibiótico, as principais razões estão ligadas a prevalência de genes de resistência e o tempo de uso do antibiótico (Levy, 1998). As bactérias possuem a capacidade de alterar-se geneticamente, de modo que algumas cepas podem reduzir ou neutralizar a ação de antibióticos. Os devidos dias de tratamento com antimicrobiano estão associados ao tempo necessário para ocorrer a morte das bactérias causadoras da infecção. Mesmo que o fármaco não tenha destruído a totalidade desses micro-organismos, o nosso sistema imunológico têm condições de lidar com os micróbios restantes, se o medicamento é tomado pelo tempo correto. Ao descontinuar o uso previsto do antibiótico, abre-se espaço para que os micro-organismos sobreviventes, principalmente àqueles ligados à resistência antimicrobiana, se multipliquem em um ritmo

que o sistema imunológico não é capaz de lidar. Nessa situação, o antibiótico antes utilizado não fará efeito para essa nova população bacteriana e o paciente pode estar destinado a não conseguir outro fármaco para o tratamento.

Estamos lidando, atualmente, com uma crise emergente de resistência a antibióticos para micróbios patogênicos a nível global. Enquanto isso há um declínio do sucesso das pesquisas que visam desenvolver novos fármacos para lidar com essa ameaça (Spellber *et al.*, 2008). O consumo de antibióticos é cada vez mais reconhecido como a principal causa dessa resistência a antimicrobianos (Bronzwaer *et al.*, 2000). Por tanto, assuntos de extrema relevância para a saúde devem fazer parte da abordagem escolar, encorajando o uso correto de medicamentos e incentivando, também, o entendimento da relação entre o nosso organismo e micro-organismos patogênicos com fármacos usados com frequência por nós. Para Levy (1998),

“as pessoas também devem perceber que, embora os antibióticos sejam necessários para controlar as infecções bacterianas, podem ter efeitos amplos e indesejáveis na ecologia microbiana. Ou seja, eles podem produzir mudanças duradouras nos tipos e proporções de bactérias — e a variedade de bactérias resistentes a antibióticos e suscetíveis a antibióticos — não apenas no indivíduo tratado, mas também no ambiente e na sociedade em geral. Portanto, ser usado apenas quando eles são verdadeiramente necessários, e eles não devem ser administrados para infecções virais, sobre os quais eles não têm poder” (p.47, tradução nossa).

Assim como a questão número três (Apêndice 1) do questionário, que era de carácter fechado, trazia uma afirmação de que antibióticos estão vinculados a infecções virais, como uma forma de diagnosticar o entendimento do aluno sobre o uso desse medicamento, a questão número sete, como pergunta de formato aberto, possibilitou a alguns alunos demonstrar a sua concepção errônea sobre essa associação, evidenciada por oito discentes (11,1%) terem respondido que *o vírus pode não estar totalmente eliminado/o vírus poderá voltar*. Ao utilizar a palavra *vírus*, o aluno demonstra acreditar que antibióticos são capazes de atingir infecções virais. O desconhecimento quanto aos micro-organismos que o antibiótico pode atingir possibilita que esses discentes venham a tomar decisões preocupantes no futuro quanto a sua própria saúde, como a utilização de antibióticos desnecessariamente.

Dois alunos, ao responderem a questão, associaram a interrupção do medicamento com alteração na produção de anticorpos, como mostra a tabela 7 a qual ilustra que 2,8% dos educandos afirmaram que *o corpo ainda não produziu anticorpo/irá parar de produzir anticorpo* e um aluno (1,4%) replicou que a descontinuidade do tratamento *pode ocasionar modificações no sistema imunológico*. Ao dizer que o corpo ainda não produziu anticorpo o discente pode estar presumindo que ainda não houve tempo para o organismo lidar com o patógeno, de forma que o tratamento não deveria ainda ser interrompido, todavia, o pensamento de que, com a suspensão do fármaco, o corpo irá parar de produzir anticorpo ou ocorrerá alteração no sistema imunológico revela uma concepção errônea do funcionamento do nosso sistema imune e da interação do nosso corpo e do patógeno com o fármaco. Tais alunos podem ter ciência de que a interrupção do uso de antibióticos ou outros fármacos sem orientação é capaz de nos trazer malefícios, porém, possivelmente por não compreenderem exatamente o porquê de tal ocorrência, realizaram tais hipóteses.

Entre os discentes que declararam não acreditar que a suspensão do medicamento traria algum dano à saúde, um deles alegou que *caso os sintomas tenham acabado, o indivíduo já estaria curado*, e outro respondeu que *só traria prejuízo se fosse algo mais ofensivo*, quando provavelmente a utilização da palavra *algo* deve remeter à doença ou ao patógeno. Percebemos, assim, que poucos estudantes (2,8%) demonstraram desconhecer esse possível prejuízo ao nosso organismo; ainda que nem todas as justificativas dos discentes estejam corretas, a noção dos possíveis malefícios ao cessar prematuramente o tratamento com antibiótico está bem difundida entre os estudantes da pesquisa.

Questão 8: Além do sistema cardiovascular (circulatório) para a circulação do sangue, o corpo humano possui também o sistema linfático. Você poderia argumentar uma (ou mais) diferença (s) entre os sistemas?

A função da questão número oito foi identificar a percepção dos alunos quanto a anatomia e fisiologia corporal humana referente à circulação sanguínea e linfática, as quais possuem papel fundamental na compreensão do funcionamento do sistema imune.

O sistema cardiovascular tem o papel de transportar oxigênio, nutrientes e hormônios para as células, já o sistema linfático remove o líquido remanescente dos tecidos. O líquido que circula no sistema linfático é chamado de linfa, este é transportado pelos vasos linfáticos e atravessa os linfonodos, os quais possuem papel fundamental na defesa do organismo e na ativação da resposta imune adquirida. Posteriormente, a linfa retorna ao sistema cardiovascular, fazendo com que os dois sistemas estejam intimamente ligados.

Através da tabela 8 é possível visualizar que quatro alunos (5,5%) afirmaram que o sistema cardiovascular é responsável pela circulação do sangue e o sistema linfático está ligado à proteção do organismo. Estes estudantes demonstraram um razoável entendimento sobre o tema, embora tenham desconsiderado a circulação sanguínea como relevante na defesa do corpo humano. Segundo Quintans (2009), a alusão ao sistema imunológico na escola ocorre, muitas vezes, quando assuntos como sistema circulatório cardiovascular ou linfático são abordados. Levando este fato em consideração e também o de que estes estudantes não relacionaram mais nenhuma característica do sistema linfático, como a função no transporte e na drenagem dos líquidos intersticiais, a associação entre o sistema linfático e a proteção do organismo também pode estar vinculada à recordação de estudar sistema linfático juntamente ao sistema imunológico, sem necessariamente conhecer os processos fisiológicos envolvidos em ambos os sistemas. Um aluno (1,4%) mencionou que *o sistema circulatório transporta substâncias e entrega para a célula e o linfático circula a linfa e absorve substâncias que sobraram*, demonstrando um entendimento mais profundo do funcionamento dos dois sistemas, embora não mencionando o papel do sistema linfático e sanguíneo na imunidade humana.

Tabela 8: Relação entre as respostas, número e porcentagem de alunos referente à questão número 8 (Apêndice 1).

Respostas	Número de alunos
O sistema cardiovascular é responsável pela circulação sanguínea e o linfático à proteção do organismo.	4 (5,5%)
O sistema circulatório transporta substâncias e entrega para a célula. O linfático circula a linfa e absorve/drena substâncias que sobraram.	1 (1,4%)
O sistema circulatório espalha o sangue para o corpo e o linfático drena o sangue que sobrou/ há uma diferença de drenagem.	2 (2,8%)
O sistema linfático faz a primeira liberação do sangue no corpo.	2 (2,8%)
O sistema linfático está relacionado às veias e o cardiovascular às artérias/ Um deles é por meio de veias e o outro por artérias.	4 (5,5%)
Sistema linfático é responsável pela fabricação do sangue e o circulatório pela movimentação sanguínea.	2 (2,8%)
Um está relacionado a entrada e o outro a saída de ar.	2 (2,8%)
Fora do tema/ desconexo	6 (8,4%)
Em branco	49 (68%)
Total	72 (100%)

Dois alunos (2,8%) trouxeram as palavras drenar ou drenagem para explicar a questão oito, podendo ser ilustrado na tabela como *o sistema circulatório espalha o sangue para o corpo e o linfático drena o sangue que sobrou/ há uma diferença de drenagem*. O estudante que afirma que o sistema linfático drena o sangue remanescente, embora tenha uma perspectiva bem próxima do correto, desconhece que o conteúdo drenado no sistema linfático é o fluido intersticial e este é desprovido de hemácias, por tanto, não pode ser chamada de sangue. Já o discente que declarou que há uma diferença de drenagem não deixou claro seu entendimento sobre o tema.

Quatro alunos (5,5%) replicaram que *o sistema linfático está relacionado às veias e o cardiovascular às artérias ou um deles é por meio de veias e o outro por artérias*, demonstrando desconhecer que o sistema circulatório sanguíneo tem como componente tanto artérias como veias; dois alunos (2,8%) associaram a fabricação do sangue com o sistema linfático, indicando dessaber sobre a função da medula óssea na fabricação de células sanguíneas; dois discentes (2,8%) associaram ambos os sistemas com a entrada e saída de ar e outros dois educandos relacionaram o sistema linfático com a primeira liberação do sangue no corpo. Tais dados apontam noções distorcidas de anatomia e fisiologia humana, noções estas que são relevantes para o entendimento do sistema imunológico e outras áreas relacionadas à Biologia. Visto que há necessidade de compreender certos saberes a fim de entender outros, é difícil compreender o sistema imunológico sem entender o sistema circulatório, o papel do sangue no organismo ou desconhecer a existência do sistema linfático, assim como sua função dentro da imunidade, uma vez que a integração de diversas áreas do conhecimento dentro das Ciências Biológicas é fundamental para compreensão do organismo em sua totalidade. Para Costa e Costa (2006) o ensino de Biologia deve transmutar a concepção fragmentada de apresentar o corpo humano, para esses autores,

“[...] o ensino de biologia [...] preconiza a abordagem do organismo humano como uma totalidade, fruto da interação de todos os seus componentes, em seus vários níveis de organização. O desafio que se coloca para o professor, na abordagem dos temas [...] relativos ao organismo humano, é, portanto, superar a visão fragmentária (imposta pelas próprias disciplinas científicas e pela tradicional organização do ensino) e abordar o corpo humano como um todo integrado, em que pesem muito mais as ideias de interdependência, de complexidade e de equilíbrio dinâmico, justamente aquelas consideradas fundamentais para uma correta compreensão do fenômeno vida (p.38).”

Uma observação relevante que os dados apontam é que 49 estudantes (68%) deixaram a questão em branco. Possivelmente, esse vasto número pode demonstrar que os discentes possuem pouco conhecimento do sistema linfático e cardiovascular. Assim como também pode significar certo medo de errar, visto que o erro, em geral, é punitivo para os alunos, preferindo estes não responder a dizer algo sem ter certeza, ainda que exista certa noção do assunto (Quintans, 2009). Para Davis e Esposito (1991), o erro deve ser encarado como auxiliar da aprendizagem e é tarefa do docente fazer com que este seja observado pelo educando e superado, tornando o erro em algo instrutivo. Segundo estes autores,

“(...) o erro deve ser encarado como resultado de uma postura de experimentação, onde a criança levanta hipótese, planeja uma estratégia de ação e a põe à prova. Cabe ao professor ajudar seus alunos a analisarem a adequação do procedimento selecionado, encaminhando-os na busca de condutas mais ricas, complexas e diversificadas. Em nosso entender, esta é uma alternativa de combate ao fracasso escolar que poderia se encontrar não só ao alcance do professorado, como também, na medida das possibilidades da ação docente, que poderia ser avaliada de forma consequente, para que nossas crianças não sejam nem excluídas da escola nem passem por ela inocuamente (p.205)”.

Por tanto, ainda que grande parte dos alunos tenha deixado em branco a questão, e dentre aqueles que responderam, muitos não tenham feito conjecturas corretas, tais erros ou medos de errar diagnosticam que há uma dissociação entre o que é ensinado de anatomia e fisiologia humana e o que o aluno realmente está entendendo, sendo um dado motivador para que os docentes possam vir a dispender mais atenção aos erros discentes dentro desses conteúdos escolares, não apenas encarando os mesmos como fracasso escolar.

Questão 9: Cite um ou mais órgãos relacionados ao sistema imune.

Levando em consideração que os saberes de anatomia e fisiologia são elementares para o entendimento da imunidade, a questão número nove objetivou verificar quais órgãos os discentes associariam ao sistema imune. A tabela número nove ilustra os diversos órgãos e elementos corporais aludidos pelos alunos e o número de estudantes que citaram o componente do corpo referido.

Para Abbas *et al.* (2011) o sistema imune possui órgãos, tecidos, células e moléculas responsáveis pela imunidade, os quais atuam de forma conjunta e cooperativa, encontrando-se ordenados de maneira difusa no corpo humano e respondendo à presença de substâncias consideradas não próprias ou *estranhas* ao organismo.

Os órgãos citados relacionados diretamente ao sistema imune foram apêndice, medula óssea, amígdalas e baço, podendo ser encontrados na tabela nove, juntamente com a frequência da qual foram referidos. Cabe destacar que o termo amígdala não é mais utilizado, tendo sido substituído por tonsila. Apenas um aluno mencionou apêndice, que consiste em um órgão relacionado à proteção do sistema gastrointestinal. O entendimento da função do apêndice por muito tempo foi indefinida e somente nos dias de hoje tem-se começado a compreender melhor o seu papel dentro da imunidade, por conseguinte, o fato de o aluno ter relacionado esse órgão ao sistema imune demonstra que a sua resposta foge do senso leigo de que o apêndice não possui grande relevância dentro do corpo humano.

A amígdala (tonsila), apontada por dois alunos, tem participação na imunidade oral. Muitos agentes infecciosos entram pela boca, sendo uma das formas mais comuns de comunicação com patógenos, desse modo, esses agentes também podem entrar em contato com este órgão. Visto que a retirada das amígdalas é um procedimento comum e tal ato é deveras influenciado pela opinião médica, segundo Monte (2002) a utilidade de certos atos, como a remoção das amígdalas e adenoides, é um tanto questionável em muitos casos. O indivíduo que tem conhecimento, mesmo que elementar, sobre sua própria composição corporal e sua função, pode tomar decisões mais responsáveis a respeito do seu próprio corpo, tendo certa propriedade para questionar determinados procedimentos. Uma vez que há uma discussão ainda vasta sobre a função ou a importância real da amígdala (tonsila) no organismo, é relevante ter este órgão aludido pelos alunos.

Tabela 9: Relação entre as respostas da questão número 9 (apêndice A) e o número de alunos que citaram o componente do corpo correspondente.

Respostas				Frequência *
Apêndice	Vasos sanguíneos	Medula óssea	Glândulas	1
Amígdala	Coração	Bile	Pulmão	2
Sistema circulatório		Glóbulos brancos		3
Cérebro		Baço		4
Pele				5
Pâncreas				6
Fígado				9
Rins				12
Fora do tema/ desconexo				5
Em branco				37

* O número de respostas da tabela nove ultrapassa o total de setenta e dois participantes da pesquisa, pois muitos alunos citaram mais de um componente do corpo por resposta.

Dos órgãos citados corretamente relacionados ao sistema imune, foi indicada por um estudante a medula óssea, este órgão está a relacionado a produção e armazenamento de células imunológicas, sendo essencial dentro da imunidade. Já quatro educandos mencionaram o baço, que é o único órgão entreposto na corrente sanguínea e, desse modo, é o sítio onde linfócitos interagem com organismos que invadem o mesmo (Silva, 2001). Esses dados demonstram que poucos alunos fizeram uma relação correta entre os órgãos humanos e o sistema imune, uma vez que se manifestaram somente oito vezes nas respostas dos discentes.

Vasos sanguíneos e glândula são referidos pelos estudantes como vinculados ao sistema imune, e embora não sejam pertencentes da anatomia deste, exercem funções correlacionadas ao sistema imunológico. Quando o aluno se referiu à palavra glândula, não abordou uma glândula do corpo específica, como a glândula do timo, por exemplo, cujo papel é relevante dentro da imunidade. O aluno pode ter associado que algum órgão do sistema imune deva possuir função secretora, o que se constitui o papel de uma glândula, desconhecendo o nome do órgão. Já os vasos sanguíneos, indicado por outro aluno, participam do transporte dos anticorpos e células do sistema imune, sendo esta relação vinda a ser,

possivelmente, a motivadora da resposta do estudante. O coração também foi apontado por dois alunos, podendo estar em uma linha de raciocínio similar aos vasos sanguíneos, uma vez que é o coração que bombeia o sangue para estes vasos.

Alguns componentes corporais foram citados pelos alunos como órgãos ligados ao sistema imune, entre eles estão os glóbulos brancos e o sistema circulatório. O primeiro, também chamados de leucócitos, são células que atuam na defesa do organismo, e o segundo, como o nome se refere, trata-se de um sistema. Sendo assim, tais elementos não podem ser considerados órgãos, em razão de que esta palavra está atrelada a definição de um centro especializado em uma função do corpo, composto de alguns tipos diferentes de tecidos (Campbel *et al.*, 2010). É possível identificar que o conceito de órgão pode não estar bem estabelecido para estes estudantes, havendo confusão entre sistema, conjunto de tecidos e grupos celulares.

Para Luís (2004) o aluno que chega a escola possui ideias interiorizadas, com concepções prévias ou alternativas que podem diferir de conceitos aceitos pela Ciência, tais conhecimentos prévios serão pontos de *ancoragem* para novos conhecimentos. O conceito do que é um órgão ou um sistema a nível biológico pode começar a se estabelecer conforme o aluno vai progredindo em sua aprendizagem, quando analisados de um ponto de vista construtivista. Segundo este autor, para o educador, constatar as ideias interiorizadas dos discentes sobre determinados assuntos é essencial para se ter um ponto de partida para prosseguir com a abordagem em sala de aula e é relevante descobrir se há uma progressão conceitual no que diz respeito às concepções dos alunos, como por exemplo, o conceito de órgão, uma vez que o progresso da aprendizagem é algo gradual.

A pele, órgão citado cinco vezes pelos alunos, é visto como a primeira barreira protetora contra agentes externos, sendo esse motivo, provavelmente, pelo qual os estudantes a tenham citado. Já o cérebro é conhecido por estar relacionado a todos os comandos do corpo, e possivelmente os estudantes tenham feito a associação de que estaria vinculado ao sistema imune, uma vez que quatro alunos o mencionaram.

O componente corporal como a bile ou os demais órgãos citados pelo educandos, como pulmão, fígado, pâncreas e rins não são órgãos do sistema imunitário. O rim foi mencionado por doze alunos, o fígado por nove e o pâncreas por seis, enquanto o pulmão e a bile por dois. Esses números, juntamente com os trinta e sete discentes que deixaram a questão em branco e os outros cinco que responderam fora do tema ou de forma desconexa, superam o número de estudantes que replicaram de maneira mais próxima ao almejado, demonstrando que a maioria dos alunos teve dificuldade em responder essa questão, seja por esta ser de caráter aberto, onde os estudantes deveriam lembrar o nome dos órgãos, ou pelo assunto ser menos abordado e discutido em sala de aula. Órgãos como o timo, linfonodos ou vasos linfáticos, cujas funções estão aliadas diretamente ao sistema imune, não foram apontados por nenhum discente, indicando que suas atuações, caso tenham sido ensinadas na escola, não foram lembradas pelos discentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho verificou que os alunos do Ensino Médio participantes da pesquisa possuem, dentro dos temas abordados neste estudo, um nível razoável de conhecimento quanto à saúde e sistema imune. A maioria dos estudantes concederam mais respostas corretas ou condizentes do que o contrário, mostrando que, apesar dos sinuosos passos da Educação Brasileira, podemos ver que grande parte destes alunos possui saberes básicos de imunologia. Todavia, os alunos não atingiram um bom desempenho em questões relacionadas aos organismos causadores de doenças e em questões associadas à fisiologia do sistema cardiovascular e linfático ou aos órgãos relacionados ao sistema imune. Um dos motivos para este desempenho pode ser, possivelmente, o pouco tempo que o professor possui para trabalhar conteúdos tão densos e extensos. O número elevado de respostas em branco, principalmente em questões abertas, ou de respostas que não corresponderam ao tema proposto ou encontravam-se de forma desconexa, demonstram que muitos destes estudantes têm dificuldades para se expressar, seja por medo de errar, ou por não possuírem uma concepção da qual pudessem organizar em uma resposta para o tema.

O Ensino de Biologia deve permitir que temas vinculados à saúde, os quais possuem aplicações para a vida do aluno, também façam parte da sala de aula. Saberes inerentes ao sistema imune, relativos ao próprio corpo ou de outros organismos, possibilitam ao educando ampliar sua visão de mundo e entender melhor outros conteúdos relativos à Biologia. Da mesma forma, conhecer o funcionamento elementar do próprio corpo, com propriedade de saberes biológicos, proporciona melhores tomadas de decisões e contribui para a formação de um cidadão consciente, com plenitude para exercer seus direitos.

Dessa forma, destaca-se a importância de compreender as concepções discentes sobre temas escolares como um diagnóstico da real compreensão do aluno e também como motivadora de discussões a cerca da Educação (Andrade *et al.*, 2016). A partir de tais reflexões, espera-se que a imunologia tenha mais relevância no âmbito da pesquisa educativa, seja a nível Fundamental e Médio ou até mesmo no Ensino Superior.

REFERÊNCIAS

- Abbas, A. K., Litchman, A. H., & Pillai, S. (2011). *Imunologia Celular e Molecular*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Andrade, V. A. de, Araújo-Jorge, T. C. de, Coutinho-Silva, R. (2016). Concepções discentes sobre imunologia e sistema imune humano. *Investigação em Ensino de Ciências*, 21(3), 1-22. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/144/235>
- Andrade, V. A. de, Paula, L. M. de, Nicolini, L. B., Araújo-Jorge, T. C. de, Coutinho-Silva, R. (2015). A Imunologia no segundo segmento do Ensino Fundamental Brasileiro. *Ciências & Cognição*, 20(1), 142-154.
- André, M. E. D. A. de. (1983). Texto, contexto e significados: algumas questões na análise de dados qualitativos. *Caderno de Pesquisa*. 46, 66-71.
- Antunes, L. C. M. (2014). A Microbiota Humana. Recuperado de http://www.cienciahoje.org.br/revista/materia/id/856/n/a_microbiota_humana
- Antunes, C. H., Pileggi, M., Pazda, A. K. (2012). Por que a visão científica da Microbiologia não tem o mesmo foco na percepção da microbiologia no Ensino Médio? In *Atas do III Terceiro Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia*. Ponta Grossa, PR, Brasil. Recuperado de <http://www.cinect.com.br/2012/down.php?id=2799&q=1>
- Araújo-Jorge, T. C., & Borges, E. L. (2004) A expansão da pós-graduação na Fundação Oswaldo Cruz: contribuição para a melhoria da educação científica no Brasil. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, 1(2), 97-115.
- Arrais, P. S. D., Coelho, H. L. L., Batista, M. C. D. S., Carvalho, M. S., Righi, R. E., Arnau, J. M. (1997). Perfil da automedicação no Brasil. *Revista Saúde Pública*, 31(1), 77-7.
- Behrens, M. A. (2003). *O Paradigma Emergente e a Prática Pedagógica*. Curitiba: Petrópolis: Champagnat.
- Brasil. (2000). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)*. Brasília: MEC.
- Brasil.(2006).Ministério da Educação. Secretaria da Educação. *Parâmetros Nacionais Curriculares*. Ministério da Educação. Brasília: MEC.
- Brasil. (ca.1998). *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília, MEC/CNE.
- Brasil. (2016). Base Nacional Comum Curricular. Consulta Pública. Brasília. Recuperado de <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>
- Bronzwaer, S. L., Cars, O. Bücholz, U., Mölsted, S., Goettsch, W., Veldhuijzen, I. K., Kool, J. L., Sprenger, M. J. W., Gegener, J.E. (2000). A European study on the relationship between antimicrobial use and antimicrobial resistance. *Emerg. Infec. Dis.*, 8(3), 278-82.
- Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman S. A., Minorsky, P. V., Jackson R. B. (2010). *Biologia*. Porto Alegre: Artmed.
- Campos, J.M. Oliveira, J. S de, Costa D. M da, Machado, C. D., Alvarega, J. R. Torres L. O, Ferreira, M. T., Ladeira, R. M., Cançado, R. L. (1985). Prescrição de medicamentos por balconistas de 72 farmácias de Belo Horizonte/MG em maio de 1983. *J. Pediatr.*, 59, 307-12.
- Chaer. G., Diniz, R. R. P., Ribeiro, E. A. (2011). A Técnica do questionário na pesquisa educacional. *Evidência*. Araxá, 7(7), 251-266.

- Costa, V. R. da, & Costa, E. V. da. (2006). *Biologia*. Secretaria de Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/EnsMed/expensbio.pdf>
- Crepe, C. A. (2009). *Introduzindo a imunologia: vacinas*. Apucarana. Recuperado de <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1816-6.pdf>
- Dangl, J. L., & Jones, J. D. G. (2001). Plant pathogens and integrated defence responses to infection. *Nature*. 441, 826-833.
- Davis, C., & Esposito, Y. L. (1991). O Papel e a Função do Erro na Avaliação Escolar. *R. bras. Est. pedag.*, Brasília, 72, 196-206.
- Diniz, M. C. P., Oliveira, T. C de, Schall, V.T. (2010). Saúde como compreensão de vida: avaliação para inovação na educação em saúde para o Ensino Fundamental. *Ensaio*. 12(1), 119-144.
- Ferraz, D. F., & Terrazzan E. A. (2002) Construção do conhecimento e Ensino de Ciências: papel do raciocínio analógico. *Educação*. 27(1), 39-54.
- Ferraz, D. F., & Terrazzan, E. A. (2003). Uso espontâneo de analogias por professores de biologia e o uso sistematizado de analogias: Que relação?. *Ciência e Educação*, 9, 213-227.
- Fonseca, T. J., & Trindade J. F., (2011). Visualização mental no ensino e na aprendizagem de Ciências: contributos da Psicologia do Desporto. *Egitania Science*. 5-23.
- Giordan, A., & Vecchi, G. de. (1996). *As origens do saber das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Gerhardt, T.E, Silveira, D.T. (organizadores). (2009). *Métodos de Pesquisa*. Porto alegre: UFRGS Editora.
- Guimarães, D. O., Momesso, L. S., Pupo, M. T. (2010). Antibióticos: importância terapêutica e perspectivas para a descoberta e desenvolvimento de novos agentes. *Quim. Nova*, 33(3), 667-679.
- Janeway, C. A., Travers, P., Walport M. Shlomchik, M. (2002). *Imunologia: o sistema imune na saúde e na doença*. Porto Alegre: Artmed.
- Krasilchik, M. (2000) Reformas e Realidade: o caso do ensino de Ciências. *São Paulo em Perspectiva*, 14(1), 85-93.
- Levy, S. B. (1998). The Challenge of Antibiotic Resistance. *Scientific American*, 278, 43-56.
- Luís, N. M. L. (2004). *Concepções dos alunos sobre respiração e sistema respiratório*. Dissertação (Mestrado em Educação). Instituto de Educação e Psicologia. Universidade do Minho. Braga.
- Malhotra, N. (2006). *Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada*. Porto Alegre: Bookman.
- Massabni, V. G., Arruda, M. S. P. de. Os Mecanismos de Proteção do organismos nos livros didáticos de biologia. (ca1999). In *Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Valinhos, SP, Brasil. Recuperado de <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/iienpec/Dados/trabalhos/G51.pdf>
- Menezes, H. (2009). Imunidade inata e específica em plantas. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, Londrina, 30(2), 195-212.
- Monte, F. QI. (2002). A ética na prática médica. *Revista Bioética*. 10 (2), 31-46.
- Moraes, R. (1999). Análise de conteúdo. *Revista Educação*. Porto Alegre, 22(37), 7-32.
- Murphy, K., Travers, P., & Walport, M. (2010). *Imunologia de Janeway*. Porto Alegre: Artmed.
- Pedrancini, V. D., Corazza-Nunes, M. J., Galuch, M. T. B., Moreira, A. L. O. R., Ribeiro, A. C. (2007). Ensino e aprendizagem de Biologia no Ensino Médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 6 (2), 299-309.

Quintans, A. P. (2009). *O que os alunos do ensino médio sabem sobre Sistema Imunitário*. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Departamento de Ensino de Ciências e Biologia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

Silva, L. N. C.(2001). *Engenharia Imunológica: desenvolvimento e aplicação de ferramentas computacionais inspiradas em sistemas imunológicos artificiais*. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). Departamento de Engenharia de Computação e Automação Industrial. Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

Siqueira-Batista, R., Gomes, A. P., Albuquerque, V. S., Aleksandrowicz, A. M. C., Geller, M. (2009). Ensino de Imunologia na Educação Médica: Lições de Akira Kurosawa. *Revista Brasileira de Educação Médica*. 33 (2), 186-190.

Spellberg, B., Gidos, R., Gilbert, D., Bradley, J., Boucher, H. W., Scheld, W. M., Barlett, J. G., Edwards, J. Jr. (2008). The Epidemic of Antibiotic-Resistant Infections: A Call to Action for the Medical Community from the Infectious Diseases Society of America. *Clinical Infectious Diseases*, 46(2), 155-164.

Tikunoff, W. J., & Ward B.A. (1980). Conducting naturalistic research on teaching: some procedural considerations. *Education Urban Society*, 12, 263-290.

Vaz. N. (1999). O ensino e a saúde: um olhar biológico. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro 15(2), 169-176.

Vaz N. M., & Faria, A. M. C. (1993). *Guia incompleto de imunobiologia*. Belo Horizonte: Coopmed.

APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO

Questionário:

- 1) Defina em uma sentença do que se trata imunologia.
- 2) Você acha que todos os organismos (insetos, plantas, fungos, bactérias, entre outros) possuem algum tipo de defesa contra infecções? () Sim. () Não. Por quê?
- 3) Abaixo, complete com **V** as frases verdadeiras e com **F** as falsas.
 - () Antibióticos são substâncias capazes de combater infecções como as ocasionadas por vírus.
 - () Os antibióticos são substâncias capazes de combater infecções ocasionadas por micro-organismos, como bactérias.
 - () Seres humanos são capazes de produzir em seu organismo antibióticos naturais.
 - () O tipo de alimentação de uma pessoa pode interferir em seu sistema imune.
 - () Às vezes o sistema imune ataca uma parte do próprio corpo e isto se chama autoimunidade.
- 4) Marque as alternativas que achar correta relativo às moléculas de anticorpos. (**Pode marcar mais de uma opção**)
 - a) Os anticorpos são moléculas ligadas à eliminação das substâncias estranhas ao organismo.
 - b) Anticorpos são o único meio de defesa contra micro-organismos produzidos pelo ser humano.
 - c) Os anticorpos estão presentes no sangue de todos os vertebrados.
 - d) Os anticorpos são proteínas com uma estrutura em formato de Y.
 - e) Um mesmo anticorpo é capaz de combater um número muito grande de micro-organismos distintos.
- 5) Vacinas e soros terapêuticos estão relacionados à proteção do corpo contra agentes infecciosos ou toxinas causadores de doenças. Quanto ao soro e à vacina, marque as opções que achar correta. (**Pode marcar mais de uma opção**)
 - a) É muito importante para a saúde da população a vacinação, pois ao se vacinar o indivíduo poderá evitar ter certas doenças.
 - b) A função da vacina é induzir o corpo a produzir anticorpos contra determinado invasor. Já a função do soro terapêutico é ter efeito curativo e passivo, uma vez que o organismo recebe os anticorpos já prontos.
 - c) A função da vacina é induzir no corpo uma resposta do sistema imune. Enquanto a função do soro terapêutico é hidratar o indivíduo para que este possa vir a se curar de determinada doença.
 - d) Para todos os tipos de vacina é necessária apenas uma dose de aplicação, sem a necessidade de uma dose suplementar após algum tempo como reforço.
 - e) Vacinas e soros terapêuticos têm como principal função a prevenção de doenças na população.

6) Marque abaixo a opção que você achar correta em relação ao tamanho dos organismos a seguir (< significa menor que; > significa maior que).

- a) bactéria < vírus < ameba < tênia
- b) vírus < bactéria < ameba < tênia
- c) lombriga > bactéria > ameba > vírus
- d) ameba > tênia > bactéria > vírus
- e) bactéria > ameba > vírus > lombriga

7) Ao ficar doente e procurar um médico, o paciente é informado que deve tomar antibióticos por determinado período. Você acha que se o paciente, ao se sentir melhor logo no início do tratamento, não tomar a medicação até a data prevista, poderá vir a ter prejuízo a sua saúde? Por quê?

8) Além do sistema cardiovascular (circulatório) para a circulação do sangue, o corpo humano possui também o sistema linfático. Você poderia argumentar uma (ou mais) diferença (s) entre os sistemas?

9) Cite um ou mais órgãos relacionados ao sistema imune.